

УДК 658.5

Н.Р. Кельчевская¹*Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
г. Екатеринбург, Россия***Е.А. Кирикова²***Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
г. Екатеринбург, Россия*

КОНЦЕПЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Аннотация. Усиление глобальной конкуренции на международных рынках промышленной продукции обуславливают участие компаний по всему миру в процессах непрерывного повышения эффективности производства за счет внедрения технологических и организационных инноваций. Существенный потенциал повышения конкурентоспособности связан с энергосбережением, которое связывается с систематическим применением инструментов энергетического менеджмента для достижения гармоничного развития социальных систем и энергетической инфраструктуры предприятий. В современных условиях все большую актуальность получает феномен интеллектуализации управления, обозначающий усиление роли человеческого капитала и знаний в стратегическом управлении. Интеллектуализация активно используется при управлении энергетическими системами: с одной стороны, предприятия стремятся повысить их автономность, с другой стороны, они стремятся эффективно использовать накопленный человеческий капитал для сохранения конкурентоспособности. Несмотря на то, что основные принципы достижения энергоэффективности декларированы в международном стандарте, важной концептуальной задачей становится разработка теоретической платформы для интеграции существующих технологических решений и накопленного человеческого капитала для их дальнейшего совершенствования. Целью данного исследования является разработка концепции интеллектуального энергетического менеджмента, позволяющей интегрировать социальные и структурные элементы энергетической инфраструктуры за счет использования специфического человеческого капитала сотрудников и внешней кооперации для обмена интеллектуальными ресурсами. Предлагаемые теоретические положения позволят создать концептуальную платформу для применения аналитических и диагностических инструментов, направленных на исследование внутреннего человеческого капитала и адаптацию энергетических систем к особенностям человеческого поведения в производственной среде. Применение концепции позволит также осуществлять анализ внутренней среды для управления специфическими рисками, возникающими при внедрении элементов автоматизации энергетических систем.

Ключевые слова: энергетический менеджмент; интеллектуализация управления; человеческий капитал; промышленное предприятие.

Актуальность темы исследования

Экологические и энергетические кризисы, которые происходят по всему миру в течение последних десятилетий, оказали сильное влияние на энергетическую политику хозяйствующих субъектов, как

на национальном уровне, так и на уровне отдельных предприятий. Усложнение технической и организационной инфраструктуры промышленных предприятий обуславливает повышение внимания к построению систем управления, основанных

на принципах устойчивого развития: параллельно должны достигаться социальные, экономические и экологические эффекты [1]. Проблемы развития производственных энергетических систем решаются в контексте усиления глобальной конкуренции в связи с повышающейся ролью интеллектуального капитала, который является основой конкурентных преимуществ компаний и даже отдельных стран и регионов в рамках современной экономики знаний [2]. Неизменная сложность систем управления и инфраструктуры влияет на количество и качество информационных потоков внутри предприятия, на основе которых принимаются управленческие решения в условиях непрерывности процессов накопления интеллектуального капитала. Информация, поступающая в центры принятия решений, должна быть актуальной и оперативной, кроме того, для ее обработки должны осуществляться современные аналитические процедуры, основанные на статистических методах и методах прогнозирования с учетом перспективных сценариев развития внутренней системы энергоменеджмента.

Проблемы повышения энергоэффективности остро стоят перед мировым сообществом и находят отражение в национальном законодательстве по всему миру. В России в Федеральном законе 261-ФЗ отражены

базовые понятия, относящиеся к сущности энергоресурсов и энергетической политике предприятий. Под энергосбережением понимается комплекс реализуемых организационных, правовых, технических, технологических, экономических мер, которые направлены на уменьшение объема используемых энергетических ресурсов при сохранении соответствующего полезного эффекта от их использования³. Внимание национальных и глобальных программ энергоэффективности сфокусировано на промышленности, поскольку именно промышленные предприятия обладают значительным потенциалом энергосбережения. Промышленность является одним из основных потребителей различных видов энергетических ресурсов, в мировом масштабе общая доля промышленного энергопотребления составляет порядка 31 % от всех первичных источников энергии, а выбросы диоксида углерода приближаются к отметке в 36 % от совокупных аналогичных выбросов, в ближайшем десятилетии за счет применения технологических инноваций прогнозируется сокращение промышленного энергопотребления до 25 % [3].

Однако современные технологии, использующие элементы автоматизации принятия управленческих решений в производственных системах, повышающие автономность энергетической инфраструктуры в промышленности, продолжают опираться в концептуальном плане на достижения человеческого интеллекта. На наш взгляд, в данной области складывается парадоксальная ситуация: с одной стороны, автоматизация энергетических систем на основе элементов информационных технологий позволяет избежать ошибок, связанных с недостатками человеческой психологии

¹ Кельчевская Наталья Рэмовна – доктор экономических наук, профессор, заведующая кафедрой экономики и управления на металлургических и машиностроительных предприятиях Института Высшая школа экономики и менеджмента Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19); e-mail: n.r.kelchevskaya@urfu.ru.

² Кирикова Елена Алексеевна – аспирант, преподаватель кафедры экономики и управления на металлургических и машиностроительных предприятиях Института Высшая школа экономики и менеджмента Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19); e-mail: kirikova88@yandex.ru.

³ Федеральный закон № 261-ФЗ/2009 «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» 23 ноября 2009 года.

при необходимости быстрого принятия решений, с другой – для нормального функционирования автоматизированных систем необходимо постоянное использование накопленного человеческого капитала предприятий для совершенствования технических и управленческих элементов энергетической инфраструктуры. Несмотря на активное внедрение элементов искусственного интеллекта в процессы планирования и контроля энергосбережения, автономность при принятии решений достигается только в определенных, весьма ограниченных рамках и для достижения устойчивости системам энергоменеджмента необходимо периодическое вмешательство человека, являющегося основным источником технологических и организационных инноваций.

В данной статье на основе опыта предшествующих теоретических и эмпирических исследований мы предложим механизм интеллектуального энергетического менеджмента, интегрирующий в себе принципы непрерывного развития в рамках методологии PDCA (plan, do, check, act), используемой в международном стандарте систем энергоменеджмента⁴. Нами предполагается, что в системе энергетического менеджмента каждого промышленного предприятия в непрерывном взаимодействии находятся структурные и социальные элементы, которые отражают сущность технологических компонентов энергетической инфраструктуры и человеческого капитала соответственно. Мы интегрируем обозначенные нами социальные и структурные компоненты систем принятия решений в рамках аналитической подсистемы и подсистемы стратегического планирования инвестиционной деятельности в сфере энергоменеджмента с целью повышения эффективности использования инициатив-

ных предложений работников и структурного интеллектуального капитала. Предложенная концепция позволит внести вклад в решение одной из основных практических задач, которая стоит перед любой системой энергоменеджмента – поиск и соблюдение баланса между техническими элементами инфраструктуры и процессами формирования и развития человеческого капитала для достижения устойчивого развития.

Степень изученности и проработанности проблемы

Понятие энергетического менеджмента прочно вошло в научный и практический оборот в течение последних десятилетий, оно связывается с системным решением проблем энергосбережения и повышения энергетической эффективности для гармоничного достижения как экономических, так и экологических целей, актуальных для поддержания глобальной концепции устойчивого развития по всему миру. Основные определения энергетического менеджмента, встречающиеся в зарубежной и российской литературе, приведены в таблице 1.

Как видно из определений, современный этап развития энергетического менеджмента связывается с системным подходом, который акцентирует внимание субъектов управления на соблюдении принципов иерархичности, интегрированности и совместимости элементов производственных систем и энергетической инфраструктуры для одновременного достижения долгосрочных экономических и экологических эффектов. Системный подход придает всей концепции энергетического менеджмента стратегическую ориентацию – приоритетными становятся ценности долгосрочного развития и эффективного использования энергетических ресурсов на основе планирования и контроля процессов потребления и распределения. Кроме того, ему присущи традиционные функции менеджмента, та-

⁴ Стандарт ГОСТ Р ИСО 50001-2012 «Системы энергетического менеджмента: требования и руководство по применению» // Стандартиформ. М., 2012. С. 60.

кие как планирование, организация, контроль и мотивация [4].

Основной фокус в современных исследованиях в области энергетического менеджмента делается на развитии новых методов и подходов управления, интегрирующих технические достижения в сфере энергосбережения и потенциал накопленного в производственных системах человеческого капитала. Кроме того, часть рассмотренных

далее работ посвящена изучению управленческих теоретических разработок, которые применяются для концептуального оснащения систем энергоменеджмента, что добавляет инфраструктурным элементам гибкости и адаптивности к быстро меняющимся условиям внешней среды. Очевидно, что для большинства высокотехнологичных промышленных компаний в развитых странах проблемы энергоменеджмента находят-

Таблица 1

Определения энергетического менеджмента, встречающиеся в зарубежной и российской литературе

Автор	Определение
Гулбрандсен, [4] с. 138	Энергетический менеджмент – это общая система планирования, организации, мотивации и контроля производством, транспортировкой, распределением и потреблением топливно-энергетических ресурсов. Энергетический менеджмент включает в себя мероприятия по энергосбережению, характеризующиеся совокупностью технических и организационных мероприятий, направленных на повышение эффективности использования энергоресурсов. Он является неотъемлемой частью организации структуры управления промышленным предприятием
Abdelaziz [5]	Энергетический менеджмент – это стратегия обеспечения [предприятия] энергией в срок и по месту необходимости. Она может быть выполнена путем оптимизации энергетических систем и процедур для сокращения энергоемкости производства конечного продукта одновременно с сохранением общего уровня энергозатрат или его уменьшением
Kannan [6]	Энергетический менеджмент – это разумное и эффективное использование энергии для максимизации прибылей и улучшения конкурентных позиций путем измерения и оптимизации энергетической эффективности процессов
Стандарт ИСО 50001-2012	Энергетический менеджмент – это систематическое приобретение, преобразование, распределение и утилизация энергии в целях достижения энергетических целей предприятия и показателей его результативности
Paunescu [7]	Система энергетического менеджмента – совокупность взаимосвязанных элементов для улучшения текущих показателей энергоэффективности, которая активизирует коммуникацию внутри организации по вопросам обеспечения энергетическими ресурсами производства

ся далеко за пределами разработки и внедрения элементарной энергетической политики, для многих высокотехнологичных предприятий актуальна проблема оптимизации существующих систем управления с точки зрения достаточности и актуальности информации для принятия решений. М. Шульц и др. при анализе нескольких сотен предшествующих исследований по энергетическому менеджменту отмечают, что интеллектуализация энергетических систем относится чаще к сфере контроллинга, чем стратегического управления [8]. Дж. Брунке и др. в своем исследовании барьеров развития энергоменеджмента отмечают важность снижения технологических рисков за счет укрепления компетенций персонала в области энергосберегающих подходов к совершенствованию производства [9].

Стратегической задачей развития промышленных энергосистем, по мнению В.Р. Огорокова и др., является опережающая интеллектуализация и развитие человеческого интеллектуального потенциала [10]. Реформирование отрасли энергетики неизбежно связано с ее устойчивым развитием на основе прогрессивных технологий, таких как интеллектуальные счетчики, бизнес-приложения для энергоанализа, альтернативные и возобновляемые источники энергии [11]. А. Кузнецов отмечает повышающийся интерес практиков энергоменеджмента к вертикально и горизонтально интегрированным интеллектуальным сетям (smart grids), которые не только обеспечивают оперативный энергомониторинг, но и способствуют принятию решений по операционному усовершенствованию и текущему контролю энергосистем [12]. Такие системы воспринимаются как часть экономики знаний, поскольку они задействуют не только человеческий капитал, но и структурный капитал (формализованные знания сотрудников и

внешние интеллектуальные ресурсы, которые имеют фиксированное воплощение). В основе совершенствования энергосбережения в таких сетях лежат информационные технологии и модели анализа, поступающих из производственной системы данных.

Исследователи А. В. Филонович и др. рассматривают роль экспертных знаний в поддержке решений в энергетическом менеджменте на промышленных предприятиях [13]. Важнейшей задачей с практической точки зрения является интеграция машинных и человеческих компонент в единой структуре управления на основе таких элементов, как ясный интерфейс, общепринятые модели, термины и измерительные системы в производственной среде. Важной интеллектуальной составляющей систем управления являются системы энергетического самоанализа и проведения внутренних обследований, что особенно актуально для многономенклатурных промышленных производств, обладающих значительным потенциалом энергосбережения [14].

Е. А. Выголова и др. исследуют проблемы построения систем принятия решений в промышленности, важным этапом является виртуализация реального объекта энергопотребления и учет его комплексных связей со всей энергетической инфраструктурой предприятия [15]. Виртуализация должна затрагивать все этапы принятия управленческих решений – от выработки энергетической политики, содержащей принципы энергоэффективной работы, до управления инвестиционной деятельностью при разработке портфелей проектов по энергосбережению.

Отдельное внимание необходимо уделить концепции интеллектуализации управления, разработанной в исследованиях Н.Р. Кельчевской, поскольку в них определена сущность и условия внедрения интеллектуальных технологий управле-

ния на промышленном предприятии. Под интеллектуализацией понимается новая концепция управления, предполагающая применение интеллектуальных инструментов, носящих инновационный характер и позволяющих достигать долговременного конкурентного преимущества [16]. Тенденции в изменении внешней среды и усилении глобальной конкуренции стимулируют представителей менеджмента предприятий внедрять новые инструменты поддержки управленческих решений, которые бы позволили действовать в условиях ограниченности информации. Интеллектуализация интегрируется в систему стратегического менеджмента предприятия, позволяя приобретать, накапливать и использовать опыт эффективного управления компаний. Важную роль в интеллектуализации играет человеческий капитал, который является основой инновационного потенциала в организации.

На основе обзора литературы можно обозначить ряд проблем, которые стоят перед предприятиями при осуществлении практических проектов по интеллектуализации энергосистем.

Во-первых, интеллектуализация энергетических систем все больше связывается повышением автономии функционирования энергетической инфраструктуры на предприятиях. Одной из существенных особенностей процессов интеллектуализации являются автоматизация процессов принятия управленческих решений с использованием различных информационных технологий и высокотехнологичного оборудования, а также активное применение альтернативных источников энергии для промышленного потребления. Несмотря на значительные достижения в данной области, в течение последних десятилетий актуальным остается вопрос адаптации процессов функционирования энергетических систем к поведению человека. В данном

случае предполагается, что система ориентирована не только на своевременную реакцию на поведение человека в режиме реального времени на основе технических индикаторов, но и на долгосрочный анализ процессов взаимодействия человека и технических систем. Таким образом, в интеллектуальных системах появляется полноценная функция стратегического планирования, призванная обозначить долгосрочные перспективы развития энергосбережения. В таких условиях важными функциями являются сбор и анализ информации по определенным алгоритмам и методам, которые были бы адаптированы к условиям быстро изменяющейся внешней среды и непрерывным технологическим инновациям, обостряющим конкуренцию.

Во-вторых, это необходимость интеграции автоматизированных систем управления с внутренней социальной средой для быстрого и эффективного принятия оперативных управленческих решений. Использование внутренней социальной среды, аккумулирующей опыт решения задач по энергоэффективности на предприятии, позволяет в большей степени использовать человеческий потенциал для решения текущих задач и разработки новых подходов к стратегическому планированию.

В-третьих, это необходимость эффективного использования всех внутренних и внешних интеллектуальных ресурсов – внешнего консалтинга и лучших доступных технологий, энергетического сервиса, внутренних инициатив работника в области энергоменеджмента [17]. Особенностью современного этапа развития системного энергетического менеджмента является использование потенциала кооперации в решении задач снижения энергопотребления, затрагивающих как вопросы обмена и адаптации технологических инноваций, так и привлечения долгосрочного финансирования на основе современных экономических

инструментов. Например, в последние годы большое практическое значение получают новые способы финансирования проектов, основанные на энергетическом сервисе.

Рассматриваемые в литературе проблемы акцентируют внимание на частных процессах развития системы энергетического менеджмента, актуальной задачей остается приближение к решению обозначенного нами выше парадокса развития энергетических систем – с одной стороны, это непрерывное повышение их автономности, с другой – стремление использовать человеческие знания и творческие способности для разработки и внедрения технологических и организационных инноваций.

Предлагаемые методы и подходы и их оригинальность

В данном исследовании мы предлагаем понятие интеллектуального энергетического менеджмента, практическое применение которого бы позволило осуществлять управление энергетической инфраструктурой с учетом перспективных тенденций внешней среды и складывающихся внутренних производственных условий для эффективного использования накопленного человеческого капитала. Это понятие, которое недостаточно четко определено в управленческой литературе. По нашему мнению, смысл этого понятия в следующем.

Интеллектуальный энергетический менеджмент – это совокупность процессов планирования, организации, контроля и мотивации в системе энергопотребления, опирающихся на инструменты поддержки принятия решений, а также на накопленный энергоэффективный человеческий капитал, которые в совокупности обеспечивают адаптивность и децентрализацию и учитывают наряду с технологическими и финансовыми параметрами системы управления всю сложность внутренних и внешних социальных взаимодействий субъектов управления.

Интеллектуальный энергетический менеджмент – это саморегулируемая система, которая основывается на интеллектуальном подходе, импульсы к планированию энергоэффективности задаются не только извне (например, за счет роста цен на энергоресурсы или ужесточения государственного регулирования), но и внутри организации в рамках цикла постоянного совершенствования. Система интеллектуального энергетического менеджмента обладает также свойством самодиагностики уровня зрелости и развития внутренних бизнес-процессов, связанных с регулированием энергопотребления и внедрения энергоэффективных производственных технологий, а также адаптации альтернативных источников энергии.

Интеллектуальный подход к управлению, который является логичным развитием системного подхода, закрепленного в международном стандарте, обладает рядом особенностей. Каждый сотрудник вне зависимости от принадлежности к производственным подразделениям или административным и сервисным службам характеризуется как стейкхолдер энергетической политики предприятия, субъект управления, который лично заинтересован в энергетической результативности производства. Важным условием развития системы энергетического менеджмента становится интеллектуальный капитал в виде человеческих ресурсов и их инновационного потенциала, внутренние и сторонние технологии и стандарты в области энергосбережения, а также система отношений по реализации энергетической политики с представителями внешней среды, в частности по привлечению финансирования в проекты компании. Компания, придерживающаяся интеллектуального подхода, становится важным потребителем на рынке энергосервиса. Внутренние проекты таких компаний учитывают в комплексе весь спектр соци-

альных и экологических эффектов внедряемых мероприятий.

Интеллектуальный подход отличается использованием внутреннего интеллектуального потенциала сотрудников, реализация проектов в сфере энергетического менеджмента осуществляется в основном за счет внутреннего интеллектуального капитала, собственных технических и организационных решений по энергосбережению. Предприятие также взаимодействует с отраслевыми партнерами в вопросах корректировки базовой линии с использованием лучших практик в отрасли, обмен опытом осуществляется также внутри вертикально интегрированных холдингов, которые типичны для российской промышленности. Совместные проекты также могут стать основой стратегии устойчивого развития энергетической инфраструктуры предприятий. Зачастую, однако, ограничением к прямому копированию индикаторов результативности в энергоменеджменте является гетерогенность ресурсов, технологий и в итоге конечной производительности компаний [18].

Внутренние социальные факторы, относящиеся к компетенциям персонала, их удовлетворенности отдельными аспектами работы и приверженности основным положениям энергетической политики предприятия являются объектами энергетического анализа в рамках интеллектуального подхода. Понятие приверженности (commitment) в отношении ценностей культуры энергосбережения используется и в системном подходе, однако международный стандарт не обеспечивает необходимых теоретических положений и методических инструментов для измерения, контроля и улучшения данного элемента системы энергетического менеджмента. Решение данной задачи на практике остается уникальным для каждой производственной организации, в связи с этим актуальным становится изуче-

ние лучших практик и разработка теоретической основы для развития инструментов внутренней социальной среды, которая прямо определяет способность организации повышать энергетическую результативность.

Механизм реализации интеллектуального энергоменеджмента. Современная управленческая среда характеризуется усилением динамики информационных потоков и необходимостью внедрения подсистемы управления знаниями и производственной информацией, которая отражает реальное состояние основного бизнес-процесса. Интеллектуальная поддержка управленческих решений основана на двух типах компонент, которые способствуют принятию решений в условиях подобной неопределенности и наличия большого количества качественной и количественной информации об объекте управления. Оценка релевантности и качества управленческой информации о технических процессах и организационной культуре энергосбережения и ее обработка осуществляются за счет интеграции структурных и социальных компонент для поддержки управленческих решений (рис. 1).

Структурные компоненты интеллектуальной поддержки принятия управленческих решений в сфере энергетического менеджмента представляют собой совокупность инструментов моделирования, контроля и прогнозирования, необходимых для формализации процессов управления и анализа существующей динамики развития системы энергетического менеджмента. Подобные инструменты имеют четкую структуру внутренних параметров, каждый из которых имеет какое-либо принятое обозначение, являющееся стандартом для внутренней среды организации. Внутри компании должен быть установлен стандарт данных по энергетическому менеджменту, обеспечивающий единство всех методов

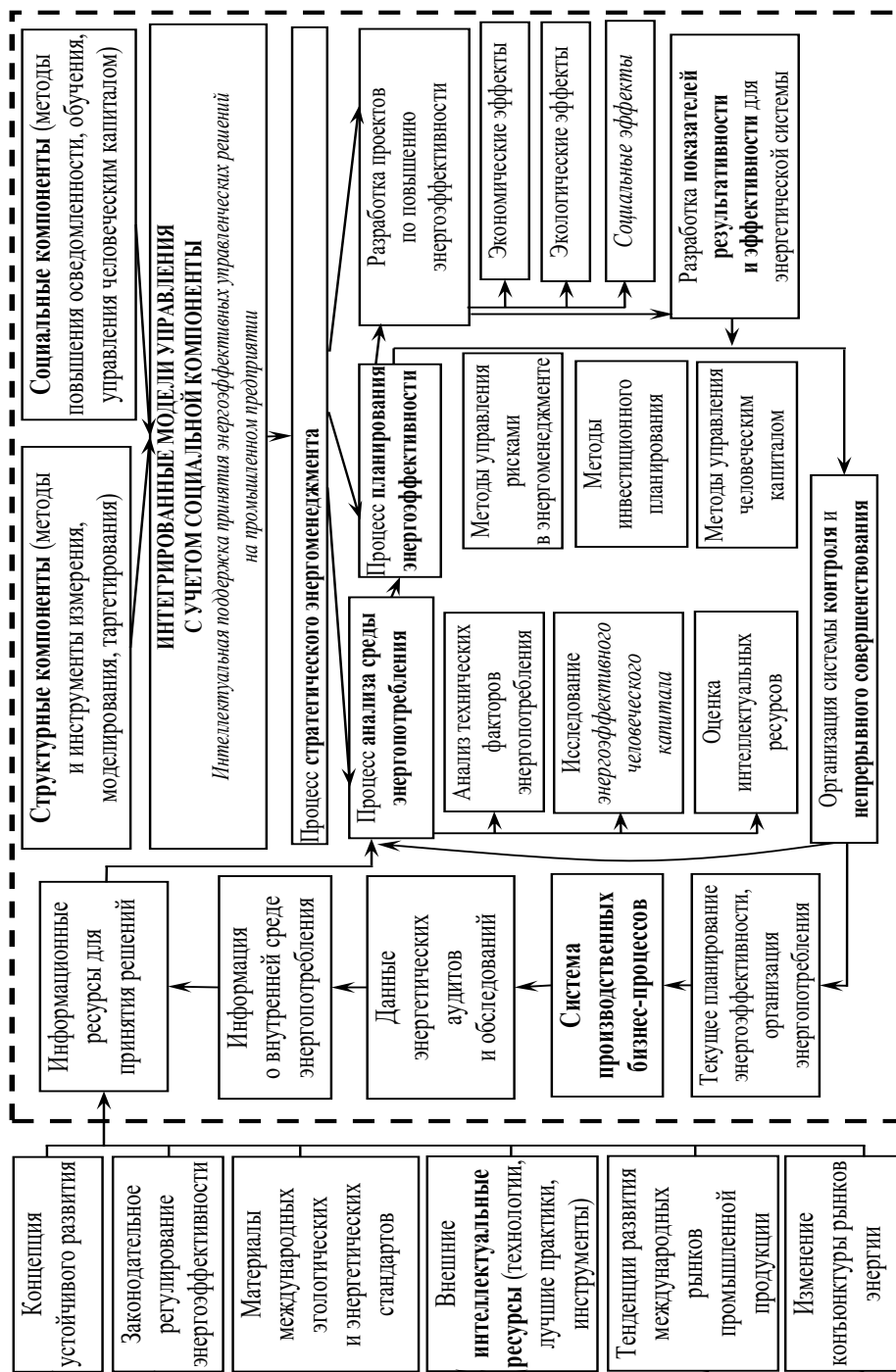


Рис. 1. Механизм реализации интеллектуального энергетического менеджмента на предприятии

измерения. Важную роль в формировании структурных компонентов играет математическое моделирование и прогнозирование, которые с помощью перевода на параметрический язык всех реальных элементов системы энергетического менеджмента диагностируют текущую ситуацию и дают оценку возможных рисков, а также предлагают и обосновывают перечень мероприятий по решению конкретной практической задачи.

Структурные компоненты типичны для большинства организаций, которые уже внедрили программное обеспечение или иные инструменты автоматизации регулирования энергопотребления, предел их работы связан со снижающейся отдачей от использования все большего количества информации о внутренней среде энергопотребления, поскольку затраты на ее сбор возрастают пропорционально объему. Принятие управленческих решений способствует визуализация результатов моделирования с помощью различных информационных технологий и программного обеспечения, визуализация позволяет обоснованно принимать оперативные управленческие решения при осуществлении производственного бизнес-процесса. За счет стандартных аналитических и методических инструментов возрастает степень децентрализации управления производственной системой, когда альтернативные решения могут быть приняты, например, на уровне цехового менеджмента.

Социальные компоненты интеллектуальной поддержки опираются на человеческий капитал и интеллектуальный потенциал сотрудников, они касаются взаимоотношений субъектов управления внутри системы энергоменеджмента, их знаний и компетенций в технологической, экологической и экономической сферах. Предприятиям необходимо рассмотреть наряду с традиционными образовательными технологиями,

которые являются основными практиками управления человеческими ресурсами при внедрении стандартов энергетического менеджмента, различные технологии повышения внутренней организационной культуры, интеграцию принципов энергосбережения в отдельные функциональные стратегии на предприятии. Специфическая область организационной культуры, обозначаемая нами как культура энергосбережения, представляет собой совокупность принципов и ценностей в области рационального использования энергии. Культура в большей степени отражает представления субъектов управления о бережном использовании природных ресурсов и роли возобновляемых источников энергии в развитии предприятий и сообщества в условиях усиливающихся глобальных климатических проблем.

Представленный механизм состоит из нескольких элементов, связанных информационными потоками, – внешней среды, включающей конъюнктуру рынков энергетических ресурсов и тенденций развития лучшего опыта по использованию энергоэффективных технологий, а также внутренней среды, состоящей из системы энергетического менеджмента, интегрированной в производственную систему. Структурные и социальные компоненты позволяют разрабатывать внутри предприятия интегрированные модели анализа среды энергопотребления (например, с учетом эффектов обучения сотрудников), планирования энергоэффективных инвестиционных проектов и операционных улучшений на основе сценарного подхода и прогнозирования уровня рисков, а также контроля и непрерывного совершенствования внутренней среды энергопотребления. Важнейшими входными данными для анализа и планирования во внутренней среде будут являться параметры производственной системы, которые собираются не только на основе

данных периодических энергоаудитов, но и за счет внедрения систем непрерывного мониторинга производственных процессов.

Социальные компоненты интеллектуального энергоменеджмента в большей степени опираются на человеческий капитал, причем в нашем исследовании мы выделяем его специфическую часть, которая относится к проблемам развития энергетических систем. Концепция человеческого капитала, разработанная в исследованиях неоклассической школы [19], в течение 2000-х успешно адаптировалась в практической сфере управления человеческими ресурсами в компаниях. Человеческий капитал состоит из двух существенных компонент – общего человеческого капитала и специфического человеческого капитала, состоящего из специализированных знаний, позволяющих компаниям достигать устойчивого конкурентного преимущества [20].

Под *энергоэффективным человеческим капиталом* мы понимаем совокупность знаний и умений сотрудников в области концептуального планирования и практического применения энергоэффективных технологий, которые составляют ядро их компетенций по энергоменеджменту, обуславливающее достижение наилучших показателей энергосбережения [21]. В специфические задачи управления энергоэффективным человеческим капиталом входят повышение индивидуальной ответственности при принятии решений в повседневной деятельности, установление индивидуальных индикаторов энергоэффективности и поиск инструментов внутренней кооперации для обмена опытом при совершенствовании технологий управления. Кроме того, предприятия могут сформировать представление о состоянии внутреннего человеческого капитала на основе современных аналитических инструментов, позволяющих собирать информацию и анализиро-

вать особенности человеческого поведения во внутренней производственной среде при решении повседневных задач.

Организационная культура и человеческие ресурсы. Ключевое внимание в предложенном механизме уделяется вопросам развития энергоэффективного человеческого капитала на всех уровнях управления и соответствующей организационной культуры. Во-первых, при внедрении системы интеллектуального энергоменеджмента необходимо добиться высокого уровня лояльности, приверженности высшего руководства ценностям развитой культуры энергосбережения. Во-вторых, руководству компаний необходимо подчеркнуть значимость планирования и развития карьеры каждого энергоменеджера, стимулирования конкретных результатов его работы. Понимание конкретных целей и инструментов их достижения наряду с технологическими компетенциями позволят повысить лояльность на среднем и нижнем уровнях менеджмента. В-третьих, необходимым условием является перевод энергетической ответственности на уровень отдельных сотрудников в производственной системе, внедрение показателей энергоэффективности в состав результатов, которых необходимо достичь в отчетном периоде. Распространение практик энергоэффективной работы за пределами производственных подразделений позволит достичь прямой экономии только на крупных промышленных предприятиях, с другой стороны, культура энергосбережения должна быть актуальной для предприятий любого масштаба, поскольку она повысит уровень удовлетворенности работой и значимости полученных результатов. Таким образом, вовлечение рядовых сотрудников компании в процесс реализации энергетической политики может повысить общую результативность компании. Р. Karcher др. отмечают, что успех внедрения системы энергоменеджмента зависит

от четкого распределения ответственности и использования команд менеджмента и децентрализованных структур внутри организации [22]. Среди передовых практик управления человеческими ресурсами в системах энергоменеджмента применяются обучение сотрудников, еженедельные или ежемесячные консультации и совещания.

Таким образом, на основе выделения нами структурной и социальной компонент как важнейших предпосылок интеллектуализации, мы предлагаем механизм реализации энергетического менеджмента, отражающий устройство внутренней управленческой среды, которая включает в себя такие элементы, как субъекты управления энергопотреблением (от стратегического до базового уровня), процессы управления (построение моделей анализа и прогнозирования, разработка и внедрение энергоэффективных проектов на предприятии) и управленческие функции (планирование, организацию, контроль, мотивацию накопления энергоэффективного человеческого капитала). Механизм состоит из двух крупных блоков, отражающих внешнюю и внутреннюю среду энергопотребления. Тенденции развития рынков промышленной продукции и энергетических ресурсов стимулируют разработку интеллектуальных ресурсов, направленных на повышение энергоэффективности, в них входят экологические и энергетические технологии и лучшие практики менеджмента. Кроме того, значительное влияние на процессы внедрения систем энергоменеджмента играет разработка международного стандарта, а также концепция устойчивого развития. В представленном виде механизм фокусируется только на процессах управления энергосбережением, входным параметром является информация о внешней среде и внутренней среде, полученная на основе энергетических обследований или аудитов.

Анализ полученных результатов

В данной работе на основе анализа предшествующих работ по энергоменеджменту представлен механизм реализации интеллектуального энергетического менеджмента, интегрирующий в себе социальные и структурные компоненты управления производственными системами.

Интеллектуальный энергоменеджмент представляет собой последовательную совокупность процессов анализа, планирования, контроля и мотивации внутренней системы энергопотребления, опирающаяся на такие инструменты поддержки принятия решений, которые обеспечивают децентрализацию управления и наилучшее использование внутреннего человеческого капитала работников, а также внешние интеллектуальные ресурсы – лучший отраслевой опыт, консалтинговые услуги и интеллектуальные решения энергосервисных компаний.

Структурные компоненты включают в себя методы и подходы к измерению и анализу энергетической результативности, конкретные инструменты статистического анализа для оценки ожидаемого энергопотребления и возможных отклонений (например, регрессионный анализ энергопотребления), а также таргетирования с учетом запланированной экономии. *Социальные компоненты* включают в себя энергоэффективный человеческий капитал, а также практики управления человеческими ресурсами – от традиционного обучения и повышения осведомленности о проблемах энергосбережения до технологий командообразования и формирования внутренних центров компетенций. Учет структурных компонентов позволит увеличить точность энергетического анализа за счет использования более совершенных подходов к статистическому анализу и моделированию, а социальные компоненты внесут вклад в поддержание принципа непрерывного совершенствования внутренней

среды энергопотребления. Внедрение подобного механизма требует определенного уровня зрелости и системного подхода к построению энергетического менеджмента на предприятии.

Одной из основных практических задач, которую призван решать предложенный механизм реализации интеллектуального энергетического менеджмента, является подготовка концептуальной платформы для анализа внутренней социальной среды. Важным условием такого анализа является исследование восприятия сотрудниками проблем энергоменеджмента, основанное на личном, субъективном восприятии существующей на предприятии культуры энергосбережения, влияющее на особенности поведения и стремление накапливать и распространять знания от энергоэффективности. На основе разработанных положений формируются инструменты исследования человеческого поведения и его влияния на процессы принятия управленческих решений в долгосрочной перспективе.

Например, исследования в области экологического менеджмента, в частности, предполагают, что на разработку стратегии экологического менеджмента и объемы инвестирования в природоохранные мероприятия влияют ожидания участников процессов планирования и контроля производственных систем и их восприятие глобальных экологических аспектов. Так, последние исследования показывают, что даже неявное выражение обеспокоенности по поводу глобальных проблем достижения экологической и энергетической эффективности способно повысить уровень индивидуальной ответственности в повседневной работе и при разработке стратегических планов [23]. Методы анализа социальной среды могут быть основаны на факторном анализе компонентов, относящихся к различным элементам системы интеллектуального энергетического менеджмента:

знаниям и умениям сотрудников, текущему уровню культуры энергосбережения и др.

Кроме того, предприятия могут активно обогащать спектр структурных элементов энергоменеджмента, которые используются для планирования и организации процессов энергосбережения. Одним из наиболее доступных элементов энергетического анализа является регрессионный анализ, при котором устанавливается зависимость между количеством потребленной энергии и интенсивностью использования производственных факторов. В данном случае нами предлагается дополнить набор факторов, включив в него индикаторы человеческого капитала, отражающие уровень компетенций сотрудников, число часов обучения и переподготовки команд энергетического менеджмента и уровень культуры энергосбережения.

В совокупности элементы социальной среды и структурные компоненты создают определенную *конфигурацию* системы энергетического менеджмента, отражающую текущее состояние процессов планирования и контроля энергопотребления и определяющую конкурентоспособность компании в долгосрочной перспективе. Таким образом, важной задачей представленного механизма является обозначение уровня соответствия текущего состояния энергетической инфраструктуры и набора применяемых управленческих технологий на предприятии особенностям процессов интеллектуализации.

Основные выводы

Энергетический менеджмент имеет стратегическое значение для развития национальных экономик, отраслей и отдельных предприятий, сокращение энергопотребления остается одним из ключевых факторов конкурентоспособности производимой продукции и оказываемых услуг. Промышленность как один из основных

потребителей энергетических ресурсов в мире концентрирует в себе значительные резервы повышения энергоэффективности, которые могут быть реализованы как за счет технологической модернизации, так и на основе совершенствования подходов к управлению социально-экономическими и организационно-техническими системами.

Интеллектуальные ресурсы организации, такие как структурный и человеческий капитал, играют значительную роль в информационной и аналитической поддержке процессов принятия управленческих решений в энергоменеджменте. В то время как производственные процессы являются основными бизнес-процессами на промышленном предприятии, интеллектуальный капитал играет вспомогательную роль, предоставляя спектр необходимых аналитических и методических инструментов для принятия управленческих решений. Интеллектуальный энергетический менеджмент, целью которого является обеспечение адаптации и децентрализации систем управления энергопотреблением, формирует необходимую базу для внедрения техно-

логий автоматизации измерений, контроля и планирования энергоэффективности в текущей деятельности и в стратегической перспективе.

В данном исследовании мы предложили механизм реализации интеллектуального энергетического менеджмента, который включает в себя структурные и социальные компоненты поддержки управленческих решений, обеспечивающие процессы анализа, планирования и контроля необходимыми аналитическими и методическими инструментами. Важную роль в данном механизме играют не только технологические факторы, но и накопленный организацией энергоэффективный человеческий капитал и внутренняя культура энергопотребления. Нами определено, что перспективным направлением является разработка методов интегрированного анализа социальных и технологических аспектов внутренней среды энергопотребления, которые бы позволили измерить уровень культуры энергосбережения и определить текущую конфигурацию энергоменеджмента для последующего принятия инвестиционных решений.

Список использованных источников

1. Bunse K., Vodicka M., Schönsleben P., Brühlhart M., Ernst F.O. Integrating energy efficiency performance in production management – gap analysis between industrial needs and scientific literature // *Journal of Cleaner Production*. 2011. Vol. 19, No. 6–7. P. 667–679.
2. Pike S., Boldt-Christmas L., Roos G. Intellectual capital: origin and evolution // *International Journal of Learning and Intellectual Capital*. 2006. Vol. 3, No. 3. P. 233–248.
3. Energy technologies perspectives. Scenarios and strategies to 2050. International Energy Agency, 2010. 710 p. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.iea.org/media/etp/etp2010.pdf>.
4. Гулбрандсен Т.Х., Падалко Л.П., Червинский В.Л. Энергоэффективность и энергетический менеджмент : учеб. пособие. Минск: БГАТУ, 2010. 240 с.
5. Abdelaziz E.A., Saidur R., Mekhilef S. A review on energy saving strategies in industrial sector // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2011. Vol. 15, No. 1. P. 150–168.
6. Kannan R., Boie W. Energy management practices in SME-case study of a bakery in Germany // *Energy Conversion and Management*. 2003. Vol. 44, No. 6. P. 945–959.
7. Păunescu C., Blid L. Effective energy planning for improving the enterprise's energy performance // *Management*

- & Marketing. 2016. Vol. 11, No. 3. P. 512–531.
8. Schulze M., Nehler H., Ottosson M., Thollander P. Energy management in industry – a systematic review of previous findings and an integrative conceptual framework // *Journal of Cleaner Production*. 2015. Vol. 112, No. 13/14. P. 3692–3708.
 9. Brunke J.-C., Johansson M., Thollander P. Empirical investigation of barriers and drivers to the adoption of energy conservation measures, energy management practices and energy services in the Swedish iron and steel industry // *Journal of Cleaner Production*. 2014. Vol. 84, No. 1. P. 509–525.
 10. Окорочков В.Р., Волкова И.О., Окорочков Р.В. Интеллектуальные энергетические системы: технические возможности и эффективность. Ч. 2 (окончание). Проблемы российской электроэнергетики и возможности их решения на основе создания интеллектуальных энергетических систем // *Академия энергетики*. 2010. № 4 (36). С. 88–92.
 11. Окорочков В.Р., Волкова И.О., Окорочков Р.В. Интеллектуальные энергетические системы: технические возможности и эффективность. Ч. 2. Проблемы российской электроэнергетики и возможности их решения на основе создания интеллектуальных энергетических систем // *Академия энергетики*. 2010. № 3 (35). С. 74–82.
 12. Кузнецов А. Интеллектуальные системы энергоснабжения // *Наука и инновации*. 2015. № 12 (154). С. 44–47.
 13. Филонович А.В., Горлов А.Н., Филатов Е.А. Особенности проектирования экспертных систем энергетического менеджмента на промышленных предприятиях // *Теоретические и прикладные аспекты современной науки*. 2014. № 3-1. С. 197–200.
 14. Пирогов А.Д. Возможности самоэнергетического аудита интегрированных технологий на крупном машиностроительном предприятии // *Энергосбережение. Энергетика. Энергоаудит*. 2014. № 4 (122). С. 6–16.
 15. Выголова Е.А., Елтышев Д.К., Хорошев Н.И. Метод интеллектуальной поддержки процессов энергетического менеджмента // *Фундаментальные исследования*. 2014. № 11 (7). С. 1461–1465.
 16. Кельчевская Н.Р. Интеллектуализация управления как основа эффективного развития предприятия. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2002. 146 с.
 17. Jackson J. Promoting energy efficiency investments with risk management decision tools // *Energy Policy*. 2010. Vol. 38, No. 8. P. 3865–3873.
 18. Boyd G.A., Curtis E.M. Evidence of an “Energy-Management Gap” in U.S. manufacturing: Spillovers from firm management practices to energy efficiency // *Journal of Environmental Economics and Management*. 2014. Vol. 68, No. 3. P. 463–479.
 19. Becker G. Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education. Second Edition. New York: National Bureau of Economic Research, 1975. 268 p.
 20. Bontis N., Fitz-enz J. Intellectual capital ROI: A causal map of human capital antecedents and consequents // *Journal of Intellectual Capital*. 2002. Vol. 3, No. 3. P. 223–247.
 21. Кельчевская Н. Р., Кирикова Е. А., Черненко И. М. Энергоменеджмент на основе концепции энергоэффективного человеческого капитала : монография. М.: Креативная экономика, 2016. 128 с.
 22. Karcher P., Jochem R. Success factors and organizational approaches for the implementation of energy management systems according to ISO 50001 // *The TQM Journal*. 2015. Vol. 27, No. 4. P. 361–381.
 23. Lin C.Y., Syrgabayeva D. Mechanism of environmental concern on intention to pay more for renewable energy: Application to a developing country // *Asia Pacific Management Review*. 2016. Vol. 21, No. 3. P. 125–134.

Kelchevskaya N.R.*Ural Federal University**named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,**Ekaterinburg, Russia***Kirikova E.A.***Ural Federal University**named after the first President of Russia B.N. Yeltsin,**Ekaterinburg, Russia*

CONCEPT OF INTELLECTUAL ENERGY MANAGEMENT AT INDUSTRIAL ENTERPRISES

Abstract. In modern conditions, the phenomenon of intellectualization of management, which means the strengthening of the role of human capital and knowledge in strategic management, is becoming increasingly important. Intellectualization is actively used in the management of energy systems: on the one hand, enterprises seek to increase their autonomy; on the other hand, they seek to effectively use the accumulated human capital to maintain their competitive edge. Despite the fact that the main principles of achieving energy efficiency are declared in international standards, there is an important conceptual task of the development of a theoretical platform for integrating existing technological solutions and accumulated human capital for their further improvement. The purpose of this study is to develop a concept of intelligent energy management that allows for integrating social and structural elements of energy infrastructure through the use of specific human capital and external cooperation for the exchange of intellectual resources. The proposed theoretical provisions underpin a conceptual platform for the use of analytical and diagnostic tools aimed at studying internal human capital and adapting energy systems to the characteristics of human behavior in the work environment. The application of the concept will also enable the analysis of the internal environment for managing specific risks arising from the introduction of automation elements of energy systems.

Key words: energy management; intellectualization of management; human capital; industrial enterprise.

References

1. Bunse, K., Vodicka, M., Schönsleben, P., Brühlhart, M., Ernst, F.O. (2011). Integrating energy efficiency performance in production management – gap analysis between industrial needs and scientific literature. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 19, No. 6–7, 667–679.
2. Pike, S., Boldt-Christmas, L., Roos, G. (2006). Intellectual capital: origin and evolution. *International Journal of Learning and Intellectual Capital*, Vol. 3, No. 3, 233–248.
3. Energy technologies perspectives. Scenarios and strategies to 2050 (2010). International Energy Agency, 710. Available at: <https://www.iea.org/media/etp/etp2010.pdf>.
4. Gulbrandsen, T.Kh., Padalko, L.P., Chervinskii, V.L. (2010). *Energoeffektivnost' i energeticheskii menedzhment [Energy Efficiency and Energy Management]*. Minsk, Belarusian State Agrarian Technical University.
5. Abdelaziz, E.A., Saidur, R., Mekhilef, S. (2011). A review on energy saving

- strategies in industrial sector. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 15, No. 1, 150–168.
6. Kannan, R., Boie, W. (2003). Energy management practices in SME-case study of a bakery in Germany. *Energy Conversion and Management*, Vol. 44, No. 6, P. 945–959.
 7. Păunescu, C., Blid, L. (2016). Effective energy planning for improving the enterprise's energy performance. *Management & Marketing*, Vol. 11, No. 3, 512–531.
 8. Schulze, M., Nehler, H., Ottosson, M., Thollander, P. (2015). Energy management in industry – a systematic review of previous findings and an integrative conceptual framework. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 112, No. 13/14, 3692–3708.
 9. Brunke, J.-C., Johansson, M., Thollander, P. (2014). Empirical investigation of barriers and drivers to the adoption of energy conservation measures, energy management practices and energy services in the Swedish iron and steel industry. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 84, No. 1, 509–525.
 10. Okorokov, V.R., Volkova, I.O., Okorokov, R.V. (2010). Intellektual'nye energeticheskie sistemy: tekhnicheskie vozmozhnosti i effektivnost'. Ch. 2. Problemy rossiiskoi elektroenergetiki i vozmozhnosti ikh resheniia na osnove sozdaniia intellektual'nykh energeticheskikh sistem (Intelligent energy systems: technical capabilities and efficiency. Part 2. Problems of the Russian power industry and possible solutions based on creating intelligent energy systems). *Akademiia energetiki [Energy Academy]*, No. 4 (36), 88–92.
 11. Okorokov, V.R., Volkova, I.O., Okorokov, R.V. (2010). Intellektual'nye energeticheskie sistemy: tekhnicheskie vozmozhnosti i effektivnost'. Ch. 2. Problemy rossiiskoi elektroenergetiki i vozmozhnosti ikh resheniia na osnove sozdaniia intellektual'nykh energeticheskikh sistem (Intelligent energy systems: technical capabilities and efficiency. Part 2 (Final). Problems of the Russian power industry and possible solutions based on creating intelligent energy systems). *Akademiia energetiki [Energy Academy]*, No. 3 (35), 74–82.
 12. Kuznetsov, A. (2015). Intellektual'nye sistemy energosnabzheniia (The Power Smart Grids). *Nauka i innovatsii (Science and Innovations)*, No. 12 (154), 44–47.
 13. Filonovich, A.V., Gorlov, A.N., Filatov, E.A. (2014). Osobennosti proektirovaniia ekspertnykh sistem energeticheskogo menedzhmenta na promyshlennnykh predpriiatiakh [Peculiarities of Designing an Expert System of Energy Management in a Manufacturing Company]. *Teoreticheskie i prikladnye aspekty sovremennoi nauki [Theoretical and Application Aspects of Modern Science]*, No. 3-1, 197–200.
 14. Pirogov, A.D. (2014). Vozmozhnosti samoenergeticheskogo audita integrirovannykh tekhnologii na krupnom mashinostroitel'nom predpriatii (Scope of Internal Energy Audit of Integrated Technologies in a Large Machine-Building Company). *Energoberezhenie. Energetika. Ergoaudit (Energy Saving. Power Engineering. Energy Audit)*, No. 4 (122), 6–16.
 15. Vygolova, E.A., Eltyshv, D.K., Khoroshev, N.I. (2014). Metod intellektual'noi podderzhki protsessov energeticheskogo menedzhmenta (Method of Intelligent Support for Energy Management). *Fundamental'nye issledovaniia (Fundamental Research)*, No. 11 (7), 1461–1465.
 16. Kel'chevskaiia, N.R. (2002). *Intellektualizatsiia upravleniia kak osnova effektivnogo razvitiia predpriatiia [Smartization of Management as a Basis for Effective Corporate Development]*. Ekaterinburg, USTU-UIP.

17. Jackson, J. (2010). Promoting energy efficiency investments with risk management decision tools. *Energy Policy*, Vol. 38, No. 8, 3865–3873.
18. Boyd, G.A., Curtis, E.M. (2014). Evidence of an “Energy-Management Gap” in U.S. manufacturing: Spillovers from firm management practices to energy efficiency. *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 68, No. 3, 463–479.
19. Becker, G. (1975). *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education. Second Edition*. New York, National Bureau of Economic Research, 268.
20. Bontis, N., Fitz-enz, J. (2002). Intellectual capital ROI: A causal map of human capital antecedents and consequents. *Journal of Intellectual Capital*, Vol. 3, No. 3, 223–247.
21. Kel’chevskaya, N.R., Kirikova, E.A., Chernenko, I.M. (2016). *Energo-menedzhment na osnove kontseptsii energoeffektivnogo chelovecheskogo kapitala [Energy Management Based on the Concept of Energy Efficient Human Capital]*. Moscow, Kreativnaia ekonomika.
22. Karcher, P., Jochem, R. (2015). Success factors and organizational approaches for the implementation of energy management systems according to ISO 50001. *The TQM Journal*, Vol. 27, No. 4, 361–381.
23. Lin, C.Y., Syrgabayeva, D. (2016). Mechanism of environmental concern on intention to pay more for renewable energy: Application to a developing country. *Asia Pacific Management Review*, Vol. 21, No. 3, 125–134.

Information about authors

Kelchevskaya Natalia Removna – Doctor of Economics, Professor, Head of Department of Economics and Management at Metallurgical and Machine-Building Enterprises, Graduate School of Economics and Management, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia (620002, Ekaterinburg, Mira street, 19); e-mail: n.r.kelchevskaya@urfu.ru.

Kirikova Elena Alexeevna – Post-Graduate Student, the Senior Lecturer, Department of Economics and Management at Metallurgical and Machine-Building Enterprises, Graduate School of Economics and Management, Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia (620002, Ekaterinburg, Mira street, 19); e-mail: kirikova88@yandex.ru.

Для цитирования: Кельчевская Н.Р., Кирикова Е.А. Концепция интеллектуального энергетического менеджмента на промышленных предприятиях // Вестник УрФУ. Серия экономика и управление. 2018. Т. 17, № 2. С. 224–241. DOI: 10.15826/vestnik.2018.17.2.010

For Citation: Kelchevskaya N.R., Kirikova E.A. Concept of Intellectual Energy Management at Industrial Enterprises. *Bulletin of Ural Federal University. Series Economics and Management*, 2018, Vol. 17, No. 2, 224–241. DOI: 10.15826/vestnik.2018.17.2.010.

Информация о статье: дата поступления 10 марта 2018 г.; дата принятия к печати 22 марта 2018 г.

Article Info: Received March 10, 2018; Accepted March 22, 2018.